

# PENGARUH PEG, KATALIS, & MINYAK JARAK TERHADAP SIFAT MEKANIK POLIURETAN

**Ani Sutiani & R. Evina Dibyantini**

Jurusan Kimia FMIPA UNIMED

email: asr.sutiani@gmail.com

## Abstract

Synthesis of polyurethane prepared by mixing of alcoholysis castor oil and polyethylene glycol (PEG) with diisocyanate (4,4-diphenylmethane diisocyanate/ MDI) has been carried out. The castor oil in this research had been alcoholysis by methanol and Acid as a catalyst. The catalyst used between 1% – 5%. The composition of castor oil and methanol were varied. The analysis indicated that the alcoholized castor oil has a highest hydroxyl number, i.e 436,64 mg/g, at processing alcoholysis with the composition 1:15 and 5% catalyst. The proses of polymerization had been investigated at room temperature and 60 minutes. The characterization of polyurethane has been done by measurements of mechanical properties involved are tensile strength, and elongation at break. The result showed that increasing of the acid catalyst concentration with the same of composition castor oil and methanol resulting in the increase tensile strength. On the other hand, increasing of the acid catalyst concentration resulting of the decrease elongation at break. Beside that, the result showed increasing the methanol in alcoholysis and the equivalent catalyst concentration resulting in increase tensile strength and decrease elongation at break. This means that the optimal condition of synthesis was at the composition castor oil and methanol 1 : 15 and 5 % of an acid catalyst, where on these condition was produced the polyurethane with 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup>, and 73% of the tensile strength and percentage of elongation at breaks, respectively.

**Keywords :** Polyurethane, castor oil, PEG, MDI

## Pendahuluan

Poliuretan, yang disebut juga polikarbamat (dari asam karbamat, R<sub>2</sub>NHCO<sub>2</sub>H) adalah turunan ester amida dari asam karbonat. Seperti halnya poliamida, poliuretan dapat mengalami ikatan hidrogen. Poliuretan adalah jenis polimer yang sangat

unik dan luas pemakaiannya. Poliuretan komersial pertama kali dibuat oleh Otto Bayer di Jerman pada tahun 1937 sebagai pembentuk serat yang didesain untuk menandingi serat nylon, yang mereaksikan antara heksana-1,6-diisosiyanat dan butana-1,4-diol. Poliuretan yang dihasilkan disebut poliuretan 28 dengan merek dagang Perlon

U (Cowd, 1991 ; Sopyan, 2001). Penelitian lain menunjukkan bahwa poliuretan bukan saja digunakan sebagai serat, tetapi dapat juga digunakan untuk membuat busa-busa yang fleksibel dan kuat, bahan elastomer (karet/ plastik), pelapis dan perekat (Sopyan, 2001).

Poliuretan memiliki sifat yang sama dengan nilon, tetapi karena sukar diwarnai dan titik lelehnya lebih rendah, polimer ini pada awalnya tidak banyak diperdagangkan. Akan tetapi, kemudian terjadi kemajuan pesat pada kimia poliuretan yang menghasilkan busa, elastomer, pelapis permukaan, serat dan perekat poliuretan (Allcock & Lampe, 1990).

Poliuretan sebagai elastomer pada berbagai keperluan industri berhasil disintesa dari minyak jarak, TDI dengan polipropilen glikol maupun 1,4-butanadiol (Yeganeh, H dan Mehdizadeh, M.R., 2004). Pembuatan poliuretan dengan menggunakan bahan dasar minyak jarak yang langsung direaksikan dengan toluen diisosianat (TDI) menghasilkan poliuretan yang memiliki sifat rapuh yang disebabkan adanya gugus hidroksil sekunder dalam minyak jarak yang menyebabkan jaringan geometri tidak teratur. Selain itu fungsionalitas tiga buah gugus OH dalam setiap molekul

menyebabkan polimer yang terjadi banyak memiliki percabangannya sehingga bentuk jaringan polimer tidak teratur (Sutiani, dkk. 2004, 2005).

Pembuatan poliuretan sangat tergantung pada pemilihan jenis isosianat dan hidroksil yang digunakan. Minyak jarak (Castor Oil) yang dihasilkan dari biji tanaman jarak mengandung trigliserida asam-asam lemak terutama asam risinoleat dengan kandungan sebesar 89,5%, sehingga minyak jarak sering disebut sebagai sumber trigliserida yang memiliki gugus fungsi hidroksi dengan satu asam lemak berkonsentrasi tinggi. Kandungan asam risinoleat cukup tinggi dalam minyak jarak dapat dimanfaatkan sebagai sumber gugus hidroksi dalam pembuatan poliuretan,

Usaha memperbaiki kualitas poliuretan telah dilakukan oleh Manjari dkk (1993) dengan cara tranesterifikasi minyak jarak menggunakan asam sulfat dilanjutkan dengan reaksi perpanjangan rantai dengan trimetiol propan, tetapi poliuretan yang dihasilkan tidak bersifat keras, sehingga tidak dapat digunakan sebagai perekat. Sedangkan Wibowo (2002) telah berhasil membuat perekat poliuretan dengan cara minyak jarak yang digunakan dialkoholisis

terlebih dahulu yang kemudian direaksikan dengan toluen diisosianat.

Penelitian yang telah dilakukan Pritishree dkk (1997), menunjukkan bahwa poliuretan berbasis dasar minyak jarak dengan polimer poli hidroksi metakrilat, dapat meningkatkan kekuatan tarik dan perpanjangan (% perpanjangan) dari poliuretan yang dihasilkan, sedangkan Athawale,V dan Kolekar,S.,(1998), Quan Xie,H dkk (1993) menggunakan minyak jarak dengan senyawa akrilat dan TDI yang menunjukkan adanya kenaikan kuat tarik dan kekerasan dipengaruhi dengan meningkatnya rasio NCO/OH.

Minyak jarak yang direaksikan dengan alkohol (Reaksi alkoholisis) akan menghasilkan ester asam risinoleat dan gliserol dalam kesetimbangan. Hasil reaksi alkoholisis tidak sempurna menjadi gliserol, tetapi ada polioliol lain yang terbentuk dan berada dalam kesetimbangan (monogliserida dan digliserida) sehingga fungsionalitas dari gugus hidroksi polioliol menjadi bervariasi dan gugus hidroksi sekunder dapat dikurangi dengan merubah kondisi proses alkoholisis.

Dalam penelitian ini telah dilakukan proses pembuatan perekat poliuretan dengan bahan dasar berupa campuran minyak jarak (Castor Oil) teralkoholisasi dan Polietilen

Glikol (PEG) dengan Senyawa diisosianat (Senyawa yang digunakan adalah 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI). Minyak jarak yang digunakan dialkohlisis menggunakan metanol dengan katalis asam yang bervariasi (1-5%). Perbandingan minyak jarak dengan metanol dibuat bervariasi antara 1:1 sampai dengan 1:15. Reaksi polimerisasi pembentukan Poliuretan dilakukan dengan cara mereaksikan PEG, MDI dan minyak jarak teralkohlisis pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama waktu tertentu dan pada suhu kamar. Hasil polimerisasi perekat Poliuretan kemudian dikarakterisasi sifat mekaniknya meliputi kuat tarik dan perpanjangan.

## **Metode**

Pembuatan poliuretan dengan bahan baku minyak jarak pada dasarnya membuat polimer poliuretan yang merupakan reaksi polimerisasi kondensasi antara minyak jarak teralkohlisis sebagai sumber hidroksida dan MDI sebagai sumber diisosianat dan PEG sebagai pengembang rantai. Penelitian yang telah dilakukan adalah reaksi alkoholisis minyak jarak, penentuan kualitas minyak jarak teralkohlisis, proses polimerisasi

poliuretan. Reaksi alkoholisis minyak jarak menggunakan metanol dengan katalis asam yang bervariasi (1-5%), perbandingan minyak jarak dengan metanol dibuat bervariasi (1:1 – 1:15). Minyak jarak hasil alkoholisis diidentifikasi kualitasnya dengan menentukan bilangan hidroksida. Pada Proses polimerisasi pembentukan poliuretan dilakukan dengan mereaksikan diisosianat, MDI dengan minyak jarak teralkoholisasi dan senyawa glikol, PEG pada suhu kamar dengan kondisi bebas udara selama 60 menit (Sutiani dkk, 2008)

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Hasil Karakterisasi Minyak Jarak Teralkoholisasi

Sebelum minyak jarak direaksikan dengan PEG dan MDI, terlebih dahulu dilakukan reaksi alkoholisis, dengan tujuan mendapatkan gugus hidroksida yang lebih banyak. Reaksi alkoholisis ini menggunakan metanol dengan perbandingan minyak jarak dan metanol yang bervariasi, dan katalis asam sulfat (1 – 5%). Hasil karakterisasinya disajikan pada Tabel 1.

Dari data pada Tabel 1 terlihat bahwa untuk reaksi alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan metanol

yang sama, secara umum penambahan jumlah katalis akan menyebabkan nilai bilangan hidroksida naik cukup tinggi. Sedangkan untuk jumlah katalis yang sama, secara umum menunjukkan bahwa penambahan kadar metanol dalam reaksi alkoholisis menyebabkan sedikit kenaikan bilangan hidroksida.

Tabel 1. Data Bilangan Hidroksida Minyak Jarak Teralkoholisasi dengan Variasi Metanol & Katalis Asam

Kode Sampel	Katalis	Perb. MJ : Metanol	Bil. Hidroksida (mg/g)
MJT-1	1%	1 : 1	108,64
MJT-2	1%	1 : 5	167,17
MJT-3	1%	1 : 10	184,87
MJT-4	1%	1 : 15	385,50
MJT-5	3%	1 : 1	217,10
MJT-6	3%	1 : 5	262,97
MJT-7	3%	1 : 10	382,47
MJT-8	3%	1 : 15	412,29
MJT-9	5%	1 : 1	206,46
MJT-10	5%	1 : 5	317,31
MJT-11	5%	1 : 10	390,87
MJT-12	5%	1 : 15	436,49

### 2. Proses Pembentukan Poliuretan

Pada penelitian ini proses pembentukan poliuretan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama mencampurkan minyak jarak teralkoholisasi (30 mL) dengan polietilen glikol (PEG) sebanyak 30 mL, kemudian diaduk sampai diperoleh larutan homogen (larutan I). Tahap berikutnya mencampurkan larutan I (Campuran minyak

jarak teralkoholis-PEG) dengan MDI sebanyak 72 mL, sampai diperoleh campuran homogen. Proses pencampuran atau polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.

Poliuretan yang dihasilkan kemudian dilakukan pemeraman dalam oven pada temperatur 70°C selama 24 jam, selanjutnya didiamkan pada suhu kamar selama satu minggu (7 hari). Hasil polimer poliuretan ini kemudian dikarakterisasi sifat mekaniknya. Poliuretan yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Polimer Poliuretan dengan Berbagai Komposisi MJT & Katalis yang bervariasi

### 3. Hasil Analisis uji tarik

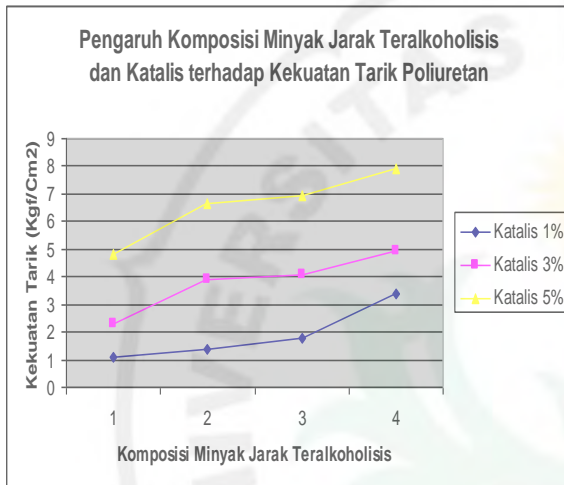
Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum spesimen untuk menahan tegangan yang diberikan.

Sedangkan perpanjangan adalah pertambahan panjang yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen, yang diakibatkan oleh tegangan yang diberikan.

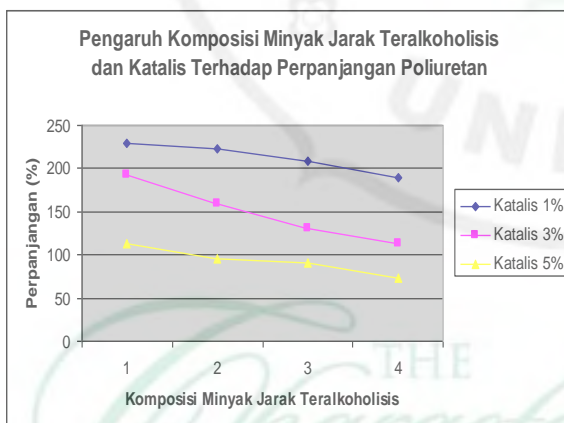
Pengaruh Komposisi minyak jarak teralkoholis, yang dilambangkan dengan kode sampel minyak jarak, pada reaksi polimerisasi pembuatan poliuretan terhadap kekuatan tarik dan perpanjangan perekat polimer poliuretan yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan yang teratur, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dengan perbandingan minyak jarak dan metanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah.

Hal ini sejalan dengan poliuretan yang dihasilkan dengan jumlah katalis yang sama, tetapi jumlah metanol dalam alkoholisisnya berbeda, yang memperlihatkan bahwa penambahan kadar metanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik semakin meningkat dan perpanjangan semakin menurun. Dari data terlihat bahwa kekuatan tarik maksimum adalah 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup> dan perpanjangannya 73%, yang diperoleh pada pembentukan poliuretan dengan bahan dasar dari minyak jarak teralkoholis dengan

perbandingan minyak jarak dengan alkohol 1 : 15, dan katalis asam sulfat sebanyak 5%.



Gambar 2. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Kekuatan Tarik Poliuretan



Gambar 3. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Perpanjangan Poliuretan

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa polimer poliuretan yang dihasilkan bersifat lentur dan keras, dengan kondisi paling maksimal diperoleh pada proses

reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholis pada perbandingan minyak jarak dan metanol sebesar 1 : 15, dengan katalis asam sulfat sebanyak 5%. Proses Polimerisasi Poliuretan ini dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Polimerisasi perekat Poliuretan telah dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.
- (2) Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dalam proses alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan metanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah.
- (3) Penambahan kadar metanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik dari perekat poliuretan

semakin meningkat, sedangkan perpanjangan semakin menurun.

- (4) Kondisi paling maksimal diperoleh pada proses reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholisasi pada perbandingan minyak jarak dan metanol sebesar 1 : 15, dengan katalis asam sulfat sebanyak 5%.

#### Daftar Pustaka

- Allcock, H.R & Frederick W. Lampe., (1990), *Contemporary Polymer Chemistry*, 2<sup>nd</sup> edition, Prantice-Hall Inc, New Jersey.
- Athawale, V and Kolekar, S., (1998), Interpenetrating Polymer Networks Based On Polyol Modified Castor Oil Polyurethane and Polymethyl methacrylate, *European Polymer Journal*, **34**, Issue 10, p.1447-1451.
- Cowd, M.A., (1991), *Kimia Polimer*, Terjemahan Harry Firman, ITB, Bandung.
- Manjari, R., Josepsh, V.C., Pandureng, L.P., and Sriram, T., (1993), Structure-Property Relationship of HTPB-Based Propellants III. Optimizing Trial with Varying Levels of Diol-Triol Contents., *J. Applied Polymer Science*, **51**, p. 436-442.
- Pritishree, N., Mishra, D.K., Parida, D., Sahoo, K.C., Nanda, M., Lenka, S., and Nayak, P.L., (1997), Polymer from Renewable Resources. IX. Interpenetrating Polymer Networks Based on Castor Oil Polyurethane-Poly (hydroxyethyl methacrylate) : Synthesis, Chemical, Thermal, and Mechanical Properties, *J. Applied Polymer Science*, **63**, p. 671-679.
- Sopyan, I., (2001), *Kimia Polimer*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., Nauli, R.,(2004), *Sintesis dan Karakterisasi Plastik Poliuretan yang Bersifat Biodegradabel dari Bahan Baku Minyak Jarak*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., Nauli, R.,(2005), *Studi biodegradasi Plastik Poliuretan dari Minyak Jarak Sebagai Plastik Ramah Lingkungan*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.

- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., & Sitorus, M., (2008), *Pembuatan Poliuretan dengan Bahan Baku Minyak Jarak Teralkoholis sebagai Alternatif Bahan Perikat.*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Wibowo, H.B., (2002), *Pembuatan Perikat Dari Poliuretan Berbasis Minyak Jarak*, *JIMat*, Vol. I, **2**, Hal. 42-50.
- Xie, H.Q., Guo.J.S., Wang,G.G., (1993), *Properties of Two Kinds of Room Temperature Cured Interpenetrating Polymer Network Based On Castor Oil Polyurethane*, *European Polymer Journal*, **29**, Issue 12, p.1547-1551.
- Yeganeh, H and Mehdizadeh,M.R., (2004), *Synthesis and Properties of Isocyanate Curable Millable Polyurethane Elastomers Based on Castor oil as a Renewable Resource Polyol*, *European Polymer Journal*, **40**, Issue 6, p.1233-1238.

UNIMED

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY





THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY